

Fénysűrűség mérése digitális fényképezőgéppel

Measuring Luminance with a Digital Camera

Kránicz Balázs¹, Sávoli Zsolt²

¹Veszprém

² Széchenyi István Egyetem, Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola,
Győr

Email: balazskranicz@gmail.com, savoli@mail.barossgyor.hu

Kivonat: A közlekedési balesetekhez kikerkező helyszínelő csoport digitális fényképezőgépekkel készít helyszíni felvételeket. A fényképezőgépekkel készített felvételek viszont alkalmatlanok igazságügyi szakértői vizsgálatokra, hiszen ezeket a készülékeket nem ilyen feladatok ellátására tervezték. Egy szakértő felelősségteljes véleményt csak megfelelő fénysűrűség-adatok birtokában adhat. A fénysűrűségnek mint fizikai mennyiségnek tehát az egyik jelentős felhasználási területe az igazságügyi szakértői vizsgálat.

Kulcsszavak: digitális fényképezőgép, fénysűrűség

Abstract: When the police arrive at the scene of a road accident, they take pictures with a digital camera. The pictures taken with digital cameras are not suitable for forensic investigations as these devices are designed for other purposes. An expert is able to give evidence only in case of appropriate luminance data. Therefore, a significant field of use of luminance, as a physical measurement, lies in forensic investigation.

Keywords: digital camera, luminance

Bevezetés

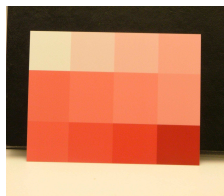
Egy digitális fényképezőgéppel készített felvételből, még ha jó minőségű volt is a kamera és ideálisak voltak az időjárási körülmények, nem lehet teljes bizonyossággal megállapítani a baleset bekövetkezésekor fennállt fénysűrűségi viszonyokat, így azt sem lehet megmondani, hogy a baleset résztvevői láthatták-e egymást, illetve kinek milyen a felelőssége a látási viszonyok tekintetében.

Ahhoz, hogy egy igazságügyi szakértő megfelelő döntést hozhasson, szükséges a fénysűrűség-adatok ismerete. A feladat ellátására alkalmas fénysűrűség-mérő berendezések ára 15 000 USA dollár körüli tartományban mozog, ami nagyságrendekkel meghaladja egy digitális kamera árát, így a műszer beszerzése anyagi okokra visszavezethetően nehézkes.

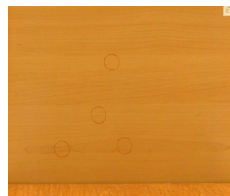
Az alábbiakban egy olyan módszer kerül bemutatásra, amely lehetőséget biztosít arra, hogy egy egyszerű digitális fényképezőgépből fénysűrűség-mérő műszert „készítsünk”, vagyis a fényképezőgép által szolgáltatott képi adatokból minél pontosabb fénysűrűség-adatokat nyerhessünk ki. A fénysűrűség a végtelenül kis térszögből, végtelenül kicsiny felületről érkező fényáram.

Mérés laboratóriumban

Az eljárás során először laboratóriumi méréseket végeztünk több száz különböző mintán. Használtunk homogén színmintákat (1. ábra), laminált falapokat (2. ábra), zöldség és gyümölcsmintákat (3. ábra). Egyazon pillanatban készítettünk felvételeket egy TechnoTeam LMK 2000 fénysűrűség-mérő detektorral (4. ábra), valamint egy Fuji FinePix S5000 digitális fényképezőgéppel. A mérések elvégzése után egy alkalmas grafikai szoftverrel kiolvashatók a digitális fényképezővel készült képekből a megfelelően kiválasztott képpontok RGB értékei.



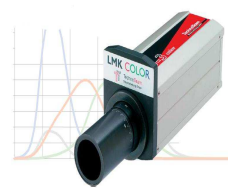
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

A további feldolgozás során figyelembe kellett venni a digitális fényképezőgépek úgynevezett *inverz gamma karakterisztikáját* is. A klasszikus, katódsugárcsöves monitoroknál a katódot vezérlő feszültség lineáris változása a monitor által sugárzott fénysűrűség nem lineáris, hanem hatványfüggvény szerinti változását okozza. A hatványfüggvény kitevőjét nevezzük a monitor gammaértékének. A fényképezőgépek inverz gamma függvénye pontosan az előbb felvázolt gamma torzítást küszöböli ki.

Ahhoz, hogy a digitális képekből kinyert RGB értékek torzítatlanok legyenek, ki kellett küszöbölni a fényképezőgépek inverz gamma karakterisztikáját. Ezt az által lehet elérni, hogy a kapott értékeket megfelelő módon megválasztott, fényképezőgéptől függő kitevőre emeljük. A kitevő megállapításához az Excel táblázatkezelő program *Solver* bővítményét használtuk.

Matematikai modell

Következő lépésként szükség volt felállítani egy matematikai modellt, amely megfelelő transzformációt biztosít a fényképezőgép és a fénysűrűség-mérő adatai között. Jelöljük g -vel a fényképezőgép inverz gamma függvényét, ami azon karakterisztikája a

kamerának, amely megadja a készülék érzékelő-tömbjének besugárzása és a képzett digitális kép palettaértékei közötti összefüggést. Az inverz gamma függvény a korábban említettek szerint a CRT monitorok gamma karakterisztikáját küszöböli ki. Ha ismerjük g -t (mérhető), akkor linearizálhatjuk a kamera RGB értékeit. Vezessük be a következő jelöléseket:

$g^{-1}(R)$ – Vörös csatorna inverz gamma függvénye. Legyen $J_R = g^{-1}(R)$.

$g^{-1}(G)$ – Zöld csatorna inverz gamma függvénye. Legyen $J_G = g^{-1}(G)$.

$g^{-1}(B)$ – Kék csatorna inverz gamma függvénye. Legyen $J_B = g^{-1}(B)$.

a_i – A polinomiális modellfüggvények együtthatói..

Keressük azt a T transzformációt, melyre a vizsgált minta számított és mért fénysűrűsége a lehető legjobban megegyezik. Vizsgálandó, hogy mennyire működőképes a transzformációs modell, ha az lineáris, másodfokú, vagy harmadfokú polinom.

Lineáris eset: $T(R,G,B) = a_1 \cdot J_R + a_2 \cdot J_G + a_3 \cdot J_B$.

Másodfokú eset: $T(R,G,B) = a_1 \cdot J_R^2 + a_2 \cdot J_G^2 + a_3 \cdot J_B^2 + a_4 \cdot J_R + a_5 \cdot J_G + a_6 \cdot J_B + a_7 \cdot J_R \cdot J_G + a_8 \cdot J_R \cdot J_B + a_9 \cdot J_G \cdot J_B + a_{10}$.

Harmadfokú eset: $T(R,G,B) = a_1 \cdot J_R^3 + a_2 \cdot J_G^3 + a_3 \cdot J_B^3 + a_4 \cdot J_R^2 \cdot J_G + a_5 \cdot J_R^2 \cdot J_B + a_6 \cdot J_G^2 \cdot J_R + a_7 \cdot J_G^2 \cdot J_B + a_8 \cdot J_B^2 \cdot J_R + a_9 \cdot J_B^2 \cdot J_G + a_{10} \cdot J_R \cdot J_G \cdot J_B + a_{11} \cdot J_R^2 + a_{12} \cdot J_G^2 + a_{13} \cdot J_B^2 + a_{14} \cdot J_R \cdot J_G + a_{15} \cdot J_R \cdot J_B + a_{16} \cdot J_G \cdot J_B + a_{17} \cdot J_R + a_{18} \cdot J_G + a_{19} \cdot J_B + a_{20}$.

Abból a feltételezésből indultunk ki, hogy a másodfokú polinommal adott eredmények megfelelőek lesznek, és adott hibahatár alatt maradnak. Elsőfokú polinom esetén a hiba túl nagyra bizonyult, harmadfokú polinomnál pedig túl sok paraméterrel kellene dolgozni.

A polinom 10 együtthatóját szintén az Excel *Solver* funkciójával határoztuk meg. Az így kapott paramétereket behelyettesítettük a másodfokú polinomba, amelynek eredményeként megkaptuk a becsült fénysűrűség értékeket.

Az eltérések számszerűsítése végett számoltuk a négyzetes eltérések átlagát (0,004) illetve meghatároztuk az abszolút relatív eltérések átlagát is (0,05), mely adatok a modell jóságát jelzik..

Mérés szabadtéren

Az eddigi mérések bebizonyították, hogy a megalkotott matematikai modell helyesen működik belső térben, mesterséges megvilágítási viszonyok között. Bebizonyosodott az is, hogy elegendő a modellben másodfokú polinomot használni annak érdekében, hogy a hiba egy meghatározott érték alatt maradjon. Mindezek alapján elmondható, hogy egyszerű, kompakt digitális kamera által elkészített képekből az RGB adatok

kiolvasásával fénysűrűség adatokat nyerhetünk a módszer segítségével. Az esetleges gyakorlati felhasználás szempontjából, mint például igazságügyi szakértői vélemény egy baleseti helyszín esetében, rendkívül fontos, hogy a módszer külső helyszíneken készített felvételek esetében is megfelelő eredményeket produkáljon.

Ennek érdekében külső helyszíneken is készítettünk fényképeket, és mértünk ugyanott fénysűrűség értékeket, majd az így kapott adatokat is kiértékeljük a matematikai modellünk segítségével.

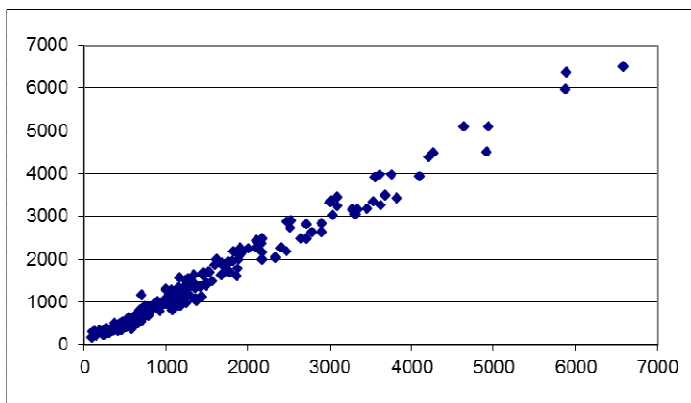
Ehhez a méréshez is a TECHNO TEAM LMK 2000 fénysűrűség-mérő műszert, valamint a Fuji FinePix S5000 digitális fényképezőgépet használtuk. A mintavételt a déli órákban, erős napsütéses időben végeztük. Különböző kültéri tárgyakat fényképeztünk le, és mértünk meg a fenti fénysűrűség-mérővel. A kompozíció kiválasztásánál figyeltünk arra, hogy lehetőleg egy képen belül legyenek erősen megvilágított naps terület, valamint árnyékos részek is, és ha lehetséges ugyanannak a felületnek legyen egy naps és árnyékos területe is egyazon képen. Készültek ugyanarról a területről különböző blendeértékekkel képek, annak eldöntésére, hogy más fényképezőgép beállítások esetén hogyan viselkedik a modell.

A képek készítésénél figyelni kellett arra is, hogy ne legyenek a képen becsillanások (csúcsfények) – például visszaverődő napfény egy autó szélvédőjéről, visszapillantó tükréről -, mert ebben az esetben a fénysűrűség-mérő műszer nem működik megfelelően (túlexponálja ezeket a területeket és hibás mérést jelez). Sajnos az erős napsütés miatt sok becsillanás jelentkezett, amelynek negatív hatását a fénysűrűség-mérő műszer lencséje elé helyezett neutrális szűrővel csökkentettük.

Az eddigiekhez képest ebben az esetben megváltoztattuk egy kicsit a matematikai modellt, hiszen ennél a méréssorozathoz különböző blendeértékekkel is dolgoztunk, amelyeket a számításnál figyelembe kellett venni. A különböző blendeértékekhez egy-egy korrekciós tényezőt rendeltünk, amelyek meghatározásához most is a *Solver* funkciót hívtuk segítségül. A kapott blende-konstansokat a megfelelő mintákhoz rendelve a modellen egy apróbb módosítást hajtottunk végre. A másodfokú polinomot minden esetben beszoroztuk a blende-konstans értékével, ezáltal a modell különböző blendeértékek esetén is használhatóvá vált.

Az erős napsütés miatt ennél a méréssorozathoz nagyságrendekkel nagyobb fénysűrűség adatok is kerültek a modellbe, mint a laboratóriumi mérések esetében. Ebben az esetben tehát az eltérések a becsült és mért adatok között szintén nagyobbak lehetnek, mint kisebb fénysűrűség-értékek esetében. Ebből adódhatnak nagyobb négyzetes eltérések is ebben az esetben, és ezért lehet a négyzetes különbségösszeg is jóval nagyobb, mint a laboratóriumi mérések esetében.

A fenti probléma miatt a becsült és mért fénysűrűség adatok (5. ábra) kapcsolatának jellemzésére szerencsésebb a korreláció, amellyel jellemezhetjük két adathalmaz kapcsolatának szorosságát vagy esetleg teljes függetlenségét is. A *korrelációs együttható* 0,9898-nek adódott. Az érték nagyon közel áll 1-hez, ami az adathalmazok közötti szoros összefüggésre utal.



5. ábra. A mért és becsült értékek

Összegzés

A kutatás célja annak vizsgálata volt, hogy alkalmazható-e egy kompakt digitális fényképezőgép drága fénysűrűség-mérő műszer helyett. A mérésorozatok végeztével megállapíthattuk, hogy a modellünk segítségével meg lehet becsülni a fénysűrűség-adatokat egyszerű digitális fényképezőgép képi információi alapján. Fontos megjegyezni azt is, hogy a modell nem teljes pontossággal adja vissza a fénysűrűség értékeket, de sok esetben nincs is szükség nagyobb pontosságra, mert a vizsgálat eredményét nem befolyásolja ekkora hiba, vagy az eredeti körülmények úgysem rekonstruálhatók ennél pontosabban.

Megemlíthető, hogy a módszer csak akkor használható helyesen, ha a használat előtt a kérdéses digitális fényképezőgépet kalibráljuk egy fénysűrűség-mérő készülék segítségével, lehetőleg minél több mintával. A kalibráció elvégzése után a fényképezőgép alkalmas a matematikai modell által fénysűrűség adatokat szolgáltatni.

Irodalomjegyzék

- [1] Lang, H.(1995): *Farbwiedergabe in den Medien*. Göttingen, Muster-Schmidt Verlag ISBN 3-7881-4052-6.
- [2] Schanda János (2003) – *Radiometria, fotometria, színmetria jegyzet*
- [3] Mosolygó Csaba (2007) - *Fotometriai mérések digitális fényképezőgéppel*. Diplomamunka, Pannon Egyetem, 2007
- [4] Révész Róbert (2007) - *Fotometriai mérések digitális fényképezőgéppel*. Diplomamunka, Pannon Egyetem, 2007
- [5] Kránicz Balázs (2001) – *Bevezetés a vizuális észlelés és mérés módszereibe előadás jegyzet*
- [6] Kránicz Balázs (2004) – *Számítógépes színmegjelenítés előadás jegyzet*